

T S4/FULL/1

4/19/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2002 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013011051

WPI Acc No: 2000-182903/200016

XRAM Acc No: C00-057396

**Aerosol propellant comprising dinitrogen monoxide and hydrofluoroalkane and optionally containing a pharmaceutically active substance**

Patent Assignee: JAGO RESEARCH AG (JAGO-N)

Inventor: HERZOG K; KELLER M; KRAUS H; MUELLER-WALZ R

Number of Countries: 028 Number of Patents: 008

Patent Family:

| Patent No     | Kind | Date     | Applicat No   | Kind | Date     | Week     |
|---------------|------|----------|---------------|------|----------|----------|
| WO 200006121  | A1   | 20000210 | WO 99CH337    | A    | 19990722 | 200016 B |
| AU 9945989    | A    | 20000221 | AU 9945989    | A    | 19990722 | 200029   |
| EP 1100465    | A1   | 20010523 | EP 99928996   | A    | 19990722 | 200130   |
|               |      |          | WO 99CH337    | A    | 19990722 |          |
| NO 200100391  | A    | 20010323 | WO 99CH337    | A    | 19990722 | 200130   |
|               |      |          | NO 2001391    | A    | 20010123 |          |
| ZA 200100408  | A    | 20010926 | ZA 2001408    | A    | 20010115 | 200161   |
| CN 1312706    | A    | 20010912 | CN 99809683   | A    | 19990722 | 200202   |
| AU 748867     | B    | 20020613 | AU 9945989    | A    | 19990722 | 200251   |
| JP 2002521424 | W    | 20020716 | WO 99CH337    | A    | 19990722 | 200261   |
|               |      |          | JP 2000561978 | A    | 19990722 |          |

Priority Applications (No Type Date): CH 981565 A 19980724

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200006121 A1 G 41 A61K-009/12

Designated States (National): AU CA CN IN JP NO NZ US ZA

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LU

MC NL PT SE

AU 9945989 A A61K-009/12 Based on patent WO 200006121

EP 1100465 A1 G A61K-009/12 Based on patent WO 200006121

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI

LU MC NL PT SE

NO 200100391 A A61K-009/12

ZA 200100408 A 42 A61K-000/00

CN 1312706 A A61K-009/12

AU 748867 B A61K-009/12 Previous Publ. patent AU 9945989

Based on patent WO 200006121

JP 2002521424 W 33 A61K-009/12 Based on patent WO 200006121

Abstract (Basic): WO 200006121 A1

NOVELTY - A compression-fluidized aerosol propellant comprising dinitrogen monoxide (I) and a hydrofluoroalkane (II) is new.

DETAILED DESCRIPTION - A compression-fluidized aerosol propellant comprising dinitrogen monoxide (I) and a hydrofluoroalkane of formula (II) is new.

C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>F<sub>z</sub> (II)

x=1-3;

y and z=at least 1 and y + z=2x + 2.

INDEPENDENT CLAIMS are also included for:

(A) a medicinal aerosol formulation comprising the propellant and a pharmaceutically active substance; and

(B) the preparation of the formulation.

USE - The medicinal aerosol formulation is used especially for

nasal and inhalative application. It is preferably filled into a pressure-tight container fitted with a dosage valve and an adapter for nebulization or inhalation.

ADVANTAGE - The propellant improves the wetting properties of pharmaceutically active substances and facilitates the production of suspension aerosols with improved suspension and stability properties and of solution aerosols with improved storage stability and reduced ethanol content. It also improves dosage accuracy and the adjustment of the particle size distribution as well as mass median aerodynamic diameter, increases the fine particle dose and lowers the oropharyngeal deposition.

pp; 41 DwgNo 0/0

#### Technology Focus:

TECHNOLOGY FOCUS - ORGANIC CHEMISTRY - Preferred Propellant: The minimum content of (I) is 0.0001-10 wt.%, preferably 0.01-6 wt.%, especially 0.0001 wt.% and 0.01 wt.%, and the minimum content of (II), especially 1,1,1,2-tetrafluoroethane and/or 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane, is 30, 40, 64, or 87 wt.%. The propellant can also contain carbon dioxide and in this case the content of (I) and carbon dioxide together is 0.0001-10 wt.%, preferably 0.01-6 wt.%. Further, the propellant can contain 0.01-40 wt.%, preferably 0.1-15 wt.%, of a co-solvent comprising water, ethanol, propanol, ethylene glycol, propylene glycol, glycerol, propane, butane, isobutane, pentane, dimethyl ether or diethyl ether.

PHARMACEUTICALS - Preparation: The medicinal aerosol formulation is prepared by passing (I) under pressure into liquefied (II) and adding the pharmaceutically active substance.

Preferred Active Substance: The pharmaceutically active substance is salbutamol, formoterol, salmeterol, fluticasone, budesonide, ciclesonide, glycopyrronium, tiotropium, cromoglycic acid, nedocromil, mometasone, sildenafil, beclomethasone or levalbuterol or one of their salts or derivatives.

Title Terms: AEROSOL; PROPELLANT; COMPRISE; OPTION; CONTAIN; PHARMACEUTICAL ; ACTIVE; SUBSTANCE

Derwent Class: A25; A96; B07

International Patent Class (Main): A61K-000/00; A61K-009/12

International Patent Class (Additional): A61K-031/137; A61K-031/352; A61K-031/40; A61K-031/46; A61K-031/4741; A61K-031/56; A61K-031/573; A61K-047/02; A61K-047/06; A61K-047/08; A61K-047/10; A61K-047/12; A61K-047/14; A61K-047/18; A61K-047/22; A61K-047/24; A61P-011/06; A61P-011/08; A61P-025/02; A61P-037/08; C09K-003/30

File Segment: CPI

Manual Codes (CPI/A-N): A12-V01; B01-B02; B01-B03; B05-C03; B06-A01; B06-D09; B06-E05; B10-B04B; B10-H02B; B12-M01A; B12-M01B

Chemical Fragment Codes (M2):

\*01\* H6 H601 H681 H685 M280 M312 M321 M332 M344 M363 M391 M416 M431 M620 M782 M904 M905 N103 R16596-K R16596-M  
\*02\* H6 H601 H682 H685 H689 M280 M313 M321 M332 M344 M363 M391 M416 M431 M620 M782 M904 M905 N103 R20290-K R20290-M  
\*03\* G015 G100 H1 H102 H181 H4 H403 H441 H482 H8 M210 M214 M233 M273 M281 M311 M312 M321 M332 M342 M343 M373 M392 M414 M431 M510 M520 M531 M540 M782 M904 M905 M910 N103 R02007-K R02007-M R06679-K R06679-M  
\*04\* G013 G015 G100 H1 H102 H181 H4 H402 H441 H481 H5 H541 H8 J0 J011 J3 J341 M210 M211 M272 M281 M312 M313 M321 M331 M332 M342 M343 M373 M392 M414 M431 M510 M520 M532 M540 M782 M904 M905 N103 R06643-K R06643-M R06644-K R06644-M  
\*05\* G010 G015 G100 H1 H102 H181 H4 H403 H441 H482 H5 H581 H8 M280 M311 M312 M314 M315 M321 M332 M342 M343 M373 M383 M391 M393 M414 M431 M510 M520 M532 M540 M782 M904 M905 N103 R16589-K R16589-M R18850-K R18850-M

\*06\* M431 M782 M904 M905 N103 R21762-K R21762-M  
\*07\* M431 M782 M904 M905 N103 R06391-K R06391-M 05595  
\*08\* M431 M782 M904 M905 N103 RA0Q87-K RA0Q87-M 05595  
\*09\* D013 D019 D021 D029 D120 D199 H4 H401 H481 H5 H542 H8 J0 J012 J1  
J112 J5 J522 M280 M313 M321 M332 M343 M383 M391 M412 M431 M512 M520  
M530 M540 M782 M904 M905 N103 R07193-K R07193-M 05595  
\*10\* D013 D014 D021 E520 H1 H181 H2 H201 J0 J012 J1 J112 J5 J522 M210  
M212 M213 M240 M273 M281 M320 M412 M431 M511 M520 M530 M540 M782  
M904 M905 N103 R11659-K R11659-M R11961-K R11961-M 05595 03504  
\*11\* M431 M782 M904 M905 N103 RA03HU-K RA03HU-M 05595 03504  
\*12\* C316 D013 D019 D920 F011 F014 F553 G015 G100 H1 H181 H2 H201 H212 H5  
H541 H8 J5 J521 K0 K3 K353 L9 L941 M1 M113 M210 M211 M212 M213 M231  
M240 M272 M273 M281 M282 M320 M412 M431 M511 M521 M531 M540 M782  
M904 M905 N103 RA05WZ-K RA05WZ-M 05595 03504 01168  
\*13\* M431 M782 M904 M905 N103 R01629-K R01629-M RA08OH-K RA08OH-M 05595  
03504 01168  
\*14\* G015 G100 H1 H102 H181 H4 H403 H441 H482 H8 M210 M214 M233 M273 M281  
M311 M312 M321 M332 M342 M343 M373 M392 M414 M431 M510 M520 M531  
M540 M782 M904 M905 N103 RA1EEJ-K RA1EEJ-M 05595 03504 01168  
\*15\* H6 H601 H681 H682 H683 M210 M211 M212 M213 M214 M215 M216 M231 M232  
M233 M250 M281 M320 M416 M431 M620 M782 M904 M905 N103 0013-44401-K  
0013-44401-M 05595 03504 01168

## Chemical Fragment Codes (M6):

\*16\* M905 R011 R111 R112 R150 R440 R501 05595 03504 01168

## Polymer Indexing (PS):

<01>

\*001\* 018; D50 D82 D11 D10; H0000; P0055; M9999 M2153-R; M9999 M2200;  
M9999 M2186; M9999 M2813; P0975-R P0964 F34 D01 D10  
\*002\* 018; H0022 H0011; H0055 H0044 H0011; P8004 P0975 P0964 D01 D10 D11  
D50 D82 F34; P8015 P0975 P0964 D01 D10 D11 D50 D83 F34  
\*003\* 018; ND01; Q9999 Q6699; Q9999 Q9110; Q9999 Q8037 Q7987

<02>

\*001\* 018; D11 D10 D50 D82 D83; P0055; M9999 M2039; M9999 M2153-R;  
P0975-R P0964 F34 D01 D10; H0022 H0011; H0044-R H0011  
\*002\* 018; ND01; Q9999 Q6699; Q9999 Q9110; Q9999 Q8037 Q7987  
\*003\* 018; R00819 G1672 G1649 D01 D11 D10 D50 D82 F09 F07; H0226

Ring Index Numbers: ; 05595; 05595; 03504; 03504; 01168

Derwent Registry Numbers: 1629-U; 2007-U

Specific Compound Numbers: R16596-K; R16596-M; R20290-K; R20290-M; R02007-K  
; R02007-M; R06679-K; R06679-M; R06643-K; R06643-M; R06644-K; R06644-M;  
R16589-K; R16589-M; R18850-K; R18850-M; R21762-K; R21762-M; R06391-K;  
R06391-M; RA0Q87-K; RA0Q87-M; R07193-K; R07193-M; R11659-K; R11659-M;  
R11961-K; R11961-M; RA03HU-K; RA03HU-M; RA05WZ-K; RA05WZ-M; R01629-K;  
R01629-M; RA08OH-K; RA08OH-M; RA1EEJ-K; RA1EEJ-M

Generic Compound Numbers: 0013-44401-K; 0013-44401-M

## Key Word Indexing Terms:

\*01\* 11573-0-0-0-CL 122573-0-0-0-CL 106444-0-0-0-CL 95529-1-0-0-CL  
106472-0-0-0-CL 95479-1-0-0-CL 89459-1-0-0-CL 140642-1-0-0-CL  
91813-0-0-0-CL 101750-0-0-0-CL 148587-1-0-0-CL 120379-0-0-0-CL  
88520-1-0-0-CL 106444-2-0-0-CL 0013-44401-CL

?

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|  |   |  |
|--|---|--|
| <b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :</b><br><b>A61K 9/12, C09K 3/30</b>  | <b>A1</b>   | <b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:</b> WO 00/06121<br><b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 10. Februar 2000 (10.02.00) |
| <b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/CH99/00337<br><b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 22. Juli 1999 (22.07.99)<br><br><b>(30) Prioritätsdaten:</b><br>1565/98                      24. Juli 1998 (24.07.98)                      CH<br><br><b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> JAGO RE-<br>SEARCH AG [CH/CH]; Secstrasse 91, CH-6052 Hergiswil<br>(CH).<br><br><b>(72) Erfinder; und</b><br><b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):</b> KELLER, Manfred<br>[DE/DE]; Hegegasse 7, D-79189 Bad Krozingen<br>(DE). HERZOG, Kurt [CH/CH]; Burgfelderstrasse 204,<br>CH-4055 Basel (CH). MÜLLER-WALZ, Rudi [DE/DE];<br>Hans-Velter-Strasse 108, D-79650 Schopfheim (DE).<br>KRAUS, Holger [CH/CH]; Hauptstrasse 12c, CH-4462<br>Rickenbach (CH).<br><br><b>(74) Anwalt:</b> A. BRAUN BRAUN HERITIER ESCHMANN AG;<br>Holbeinstrasse 36-38, CH-4051 Basel (CH).   | <b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AU, CA, CN, IN, JP, NO, NZ, US, ZA,<br>europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI,<br>FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br><br><b>Veröffentlicht</b><br><i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> |  |
| <b>(54) Title:</b> MEDICINAL AEROSOL FORMULATIONS<br><b>(54) Bezeichnung:</b> MEDIZINISCHE AEROSOLFORMULIERUNGEN<br><b>(57) Abstract</b><br><p>The invention relates to a compression-fluidized propellant mixture for aerosols, containing dinitrogen monoxide and a hydrofluoroalkane with between 1 and 3 carbon atoms, especially 1,1,1,2-tetrafluoroethane and/or 1,1,1,2,3,3,3-heptafluoropropane, which improves the wetting properties for pharmaceutical active ingredients so that the difficulties associated with the use of hydrofluoroalkanes in the preparation of suspension and solution aerosols can be overcome and improved medicinal aerosol formulations can be obtained as a result. Using dinitrogen monoxide it is also possible to influence pressure and thus particle size distribution in a targeted manner and to improve the stability at storage of oxidation-sensitive active ingredients by displacement of oxygen out of the hydrofluoroalkanes. If desired the propellant mixture can also contain carbon dioxide.</p> <b>(57) Zusammenfassung</b><br><p>Ein druckverflüssigtes Treibmittelgemisch für Aerosole, umfassend Distickstoffmonoxid und ein Hydrofluoralkan mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen, insbesondere 1,1,1,2-Tetrafluorethan und/oder 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan, ermöglicht eine Verbesserung der Benetzungseigenschaften für pharmazeutische Wirkstoffe, womit man die mit Hydrofluoralkanen bestehenden Formulierungsprobleme in Bezug auf Suspensions- als auch Lösungsaerosole überwinden und damit verbesserte medizinische Aerosolformulierungen erhalten kann. Mit Hilfe von Distickstoffmonoxid ist es auch möglich, den Druck und damit die Teilchengrößenverteilung gezielt zu beeinflussen sowie durch Verdrängung von Sauerstoff aus den Hydrofluoralkanen die Lagerstabilität von oxidationsempfindlichen Wirkstoffen zu verbessern. Gewünschtenfalls kann das Treibmittelgemisch zusätzlich Kohlendioxid enthalten.</p> |   |  |

# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                                      |    |  |    |                                   |
|----|------------------------------|----|--------------------------------------|----|--|----|-----------------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                              | LS | Lesotho  | SI | Slowenien                         |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                             | LT | Litauen  | SK | Slowakei                          |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                           | LU | Luxemburg  | SN | Senegal                           |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                                | LV | Lettland   | SZ | Swasiland                         |
| AZ | Aserbaidschan                | GB | Vereinigtes Königreich               | MC | Monaco   | TD | Tschad                            |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                             | MD | Republik Moldau                                    | TG | Togo                              |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                                | MG | Madagaskar   | TJ | Tadschikistan                     |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                               | MK | Die ehemalige jugoslawische<br>Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan                      |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                         | ML | Mali   | TR | Türkei                            |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                               | MN | Mongolei   | TT | Trinidad und Tobago               |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                               | MR | Mauretanien  | UA | Ukraine                           |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                               | MW | Malawi   | UG | Uganda                            |
| BY | Belarus                      | IS | Island                               | MX | Mexiko   | US | Vereinigte Staaten von<br>Amerika |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                              | NE | Niger  | UZ | Usbekistan                        |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                                | NL | Niederlande  | VN | Vietnam                           |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                                | NO | Norwegen   | YU | Jugoslawien                       |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                          | NZ | Neuseeland   | ZW | Zimbabwe                          |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik<br>Korea | PL | Polen  |    |                                   |
| CM | Kamerun                      | KR | Republik Korea                       | PT | Portugal   |    |                                   |
| CN | China                        | KZ | Kasachstan                           | RO | Rumänien   |    |                                   |
| CU | Kuba                         | LC | St. Lucia                            | RU | Russische Föderation                               |    |                                   |
| CZ | Tschechische Republik        | LI | Liechtenstein                        | SD | Sudan  |    |                                   |
| DE | Deutschland                  | LK | Sri Lanka                            | SE | Schweden   |    |                                   |
| DK | Dänemark                     | LR | Liberia                              | SG | Singapur   |    |                                   |
| EE | Estland                      |    |                                      |    |  |    |                                   |

Medizinische Aerosolformulierungen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein druckverflüssigtes Treibmittelgemisch auf der Basis von Hydrofluoralkanen, die Verwendung dieses Treibmittelgemisches in Aerosolformulierungen sowie ein Verfahren zur Herstellung der Aerosolformulierungen.

Viele Gase, wie z.B. Kohlendioxid und Stickstoff, lassen sich zwar unter Druck verflüssigen, eignen sich aber nicht als Treibmittel für Dosieraerosole, weil der Binnendruck im Behältnis mit zunehmender Entleerung sehr stark abnimmt. Aus diesem Grunde können nur solche Treibgase für medizinische Dosieraerosole Verwendung finden, die sich bei Raumtemperatur verflüssigen lassen und nur allenfalls zu einer geringfügigen Abnahme des Binnendrucks im Behältnis führen, wenn der Inhalt sukzessive abgesprüht wird. Hierzu zählen die kurzkettigen Alkane, wie z.B. Propan, Butan und Isobutan, sowie die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKWs), wie z.B. Trichlorfluormethan (F11), Dichlordifluormethan (F12) und 1,2-Dichlor-1,1,2,2-tetrafluorethan (F114).

Aus WO-A-93/17665 ist zwar eine Methode zur Verabreichung physiologisch wirksamer Verbindungen bekannt, bei der aus einem überkritischen flüssigen Lösungsmittel und dem Wirkstoff eine überkritische flüssige Lösung gebildet und diese dann in den unterkritischen Bereich übergeführt wird. Als überkritisches Lösungsmittel wurde Kohlendioxid verwendet, wobei ausgesagt wird, dass sich neben Kohlendioxid auch Distickstoffoxid, Fluorchlorkohlenwasserstoffe wie Dichlordifluormethan und Trichlorfluormethan, Xenon, Schwe-

felhexafluorid, Ethanol, Aceton, Propan, Wasser und Gemische davon eignen.

In Research Disclosure (1978) 170, 58, XP-002090730 wurde ferner erwähnt, dass einige Fluorkohlenwasserstoff- und Fluorchlorkohlenwasserstoff-Treibmittel in Aerosolprodukten wie Haarsprays, Deodorants und Antitranspirationsmitteln als Co-Treibmittel zusammen mit Kohlendioxid oder Distickstoffmonoxid verwendet werden können. Die als Beispiele genannten 2,2-Dichlor-1,1,1-trifluorethan (F123), 1,2-Dichlor-1,1-difluorethan (F132b), 2-Chlor-1,1,1-trifluorethan (F133a), 1,1-Dichlor-1-fluorethan (F141b) und 1-Chlor-1,1-difluorethan (F142b) sind chlorierte und zudem wenig gebräuchliche Treibmittel. Ein Haarspray, in dem als Treibmittelgemisch Trifluormonochlorethan (F133a) zusammen mit Kohlendioxid und/oder Distickstoffmonoxid verwendet wird ist auch aus US-A-4 397 836 bekannt.

Aufgrund der Ozonproblematik, hervorgerufen durch die Abspaltung von radikalischen Chloratomen aus den FCKWs, haben sich im Montrealer Abkommen viele Staaten darauf verständigt, die FCKWs als Treibmittel zukünftig nicht mehr zu verwenden. Als FCKW-Ersatzstoffe für den medizinischen Bereich eignen sich fluorierte Alkane (im Rahmen der vorliegenden Erfindung auch als HFA bezeichnet), vor allem 1,1,1,2-Tetrafluorethan (HFA 134a) und 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan (HFA 227), da diese inert sind und eine sehr geringe Toxizität aufweisen. Aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften, wie Druck, Dichte etc. sind sie besonders geeignet, um die FCKWs wie F11, F12 und F114 als Treibmittel in Dosieraerosolen zu ersetzen.

In US-A-4 139 607 wurde andererseits ein Treibmittelsystem aus verflüssigtem Bis(difluormethyl)ether und gasförmigem Kohlendioxid vorgeschlagen, das im Gegensatz zu Kombinationen von Kohlendioxid mit anderen bekannten Treibmitteln wie Trichlorfluormethan oder Methylenchlorid befriedigende Aerosolmuster ergeben soll, das sich aber nicht durchgesetzt hat. Das Dokument erwähnt zwar, dass dem Treibmittelsystem andere Treibmittel wie Distickstoffmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Fluorkohlenwasserstoffe oder flüssige Träger, wie Ethanol, Perchlorethylen, Trichlorethylen, Aceton, Amylacetat, Wasser und dergleichen, zugesetzt werden können; die offenbarten Formulierungen enthalten aber zumeist etwa 50% an Ethanol. Im Derwent-Abstract AN 89-184245 wird lediglich ausgesagt, dass in Aerosoldruckpackungen zur Verabreichung von Medikamenten anstelle von FCKWs auch Kohlenwasserstoffe, wie Butan und Pentan, andere Druckgase, wie Kohlendioxid, Dimethylether, Stickstoff und Distickstoffoxid, oder Fluorkohlenwasserstoffe verwendet werden könnten.

Medizinische Aerosolzubereitungen mit Hydrofluoralkanen wie HFA 134a sind bereits durch die Lehre von US-A-2 868 691 und US-A-3 014 844 umfasst und aus DE-A-2 736 500 und EP-A-0 372 777 bekannt. Beispiele von Formulierungen mit HFA 227 finden sich z.B. in WO-A-91/11495, EP-A-0 504 112 und EP-B-0 550 031. Es ist aus verschiedenen Veröffentlichungen bekannt, dass sich die üblichen, in FCKW-haltigen Dosieraerosolen verwendeten Hilfsstoffe, wie z.B. Lecithin, Sorbitantriöleat und Ölsäure, nur unzureichend in Hydrofluoralkanen wie z.B. HFA 134a und HFA 227 lösen, weil eine Kettenverlängerung und die Substitution der Chloratome durch Fluoratome zu einer Verschlechterung der Löslichkeitseigenschaften für die genannten zugelassenen Hilfs-



stoffe führt. Bereits bei den FCKWs, die im Vergleich zu den HFAs erheblich bessere Lösungsmittel darstellen, wurden zur Verbesserung der Löslichkeit oft Ethanol oder andere Cosolventien zugesetzt, um Arzneistoffe wie z.B. Isoprenalin und Epinephrin (vgl. US-A-2 868 691) als Aerosol applizieren zu können. Es war daher naheliegend, nicht nur die Löslichkeit der FCKWs, sondern auch diejenige der HFAs durch Zugabe von Ethanol zu verbessern. Beispiele hierfür finden sich in der Fachliteratur als auch in verschiedenen Patentanmeldungen. Alternativ dazu gibt es eine Reihe von Entwicklungen druckverflüssigter Aerosolzubereitungen mit HFA 134a und/oder HFA 227, die treibgaslösliche Hilfsstoffe, wie z.B. fluoriierte oberflächenaktive Stoffe (WO-A-91/04011), mono- oder diacetylierte Glyceride (EP-A-0 504 112) oder polyethoxylierte Verbindungen (WO-A-92/00 061), verwenden, die sich auch ohne Ethanolzusatz in den beiden Treibgasen in der erforderlichen Menge lösen lassen.

Für FCKW-freie medizinische Aerosolzubereitungen mit einem hohen Dampfdruck wird heute als Treibgas meist HFA 134a (Dampfdruck ca. 6 bar bei 20°C) bevorzugt und für solche mit niedrigerem Dampfdruck HFA 227 (Dampfdruck ca. 4,2 bar bei 20°C). Beide Treibgase unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Dichte (ca. 1,4 mg/ml für HFA 227 und ca. 1,2 mg/ml für HFA 134a bei 20°C), was insbesondere für Suspensionen von Bedeutung ist. Besitzt der Wirkstoff eine höhere Dichte als das Treibgas, kommt es zu einer Sedimentation; ist dessen Dichte geringer, kommt es zu einer Flotation. Zur Problemlösung bietet es sich deshalb an, unter Umständen Treibgas-Mischungen zu verwenden und/oder zur Erniedrigung der Dichte Cosolventien wie Ethanol, Diethylether oder andere niedrig siedende Lösungsmittel oder Treibgase wie z.B. n-Butan zuzusetzen. Ein wesentlicher Nachteil der

Hydrofluoralkane ist deren geringeres Lösungsvermögen im Vergleich zu den FCKWs, insbesondere im Vergleich zu F11. Die Solvenzeigenschaften nehmen mit zunehmender Kettenlänge in der Reihenfolge F11 > HFA 134a > HFA 227 ab. Aus diesem  
5 Grunde lassen sich die üblicherweise in FCKWs verwendeten Suspendierhilfsmittel, wie Sorbitantrioleat, Lecithin und Ölsäure, ohne Erhöhung der Hydrophilie durch Zugabe von polaren Lösungsmitteln, wie z.B. Ethanol, nicht mehr in den  
10 üblichen Konzentrationen (Gewichtsverhältnisse von typischerweise etwa 1:2 bis 1:20, bezogen auf den Wirkstoff) lösen.

Es ist allgemein bekannt, dass im Falle von Suspensionsformulierungen nur Wirkstoffteilchen, die kleiner als 6 µm sind, lungengängig sind. Zur gewünschten Deposition  
15 derselben in der Lunge, müssen diese deshalb vor der Verarbeitung mittels spezieller Verfahren, wie z.B. mit Stift-, Kugel- oder Luftstrahlmøhlen zerkleinert bzw. mikronisiert werden. Ein Mahlprozess führt in der Regel zu einer Oberflächenvergrößerung, die mit einer Erhöhung der elektro-  
20 statischen Ladung des mikronisierten Wirkstoffes einhergeht, wodurch meistens das Fließverhalten und die Wirkstoff-Dispergierung verschlechtert wird. Als Folge der Grenz- und Ladungsaktivitäten kommt es häufig zu einer Agglomeration von Wirkstoffpartikeln oder auch zu Adsorp-  
25 tion von Wirkstoff an Grenzflächen, die z.B. in der Anlage- rung an Geräte oder Behälteroberflächen augenfällig wird.

In Aerosolzubereitungen, bei denen der Wirkstoff in verflüssigtem Treibgas suspendiert vorliegt, kann es zu einer Adsorption bzw. Ringbildung im Behälter an der Stelle  
30 kommen, wo die Flüssigphase in die Gasphase übergeht. Ohne Benetzung der mikronisierten Wirkstoffpartikel oder Abfüh-

ren von Ladungen sowie Modifikation ihrer Oberflächeneigenschaften können Probleme bei der Dispergierung bzw. Suspensionierung in den genannten Hydrofluoralkanen auftreten. Die mangelhafte Benetzung bzw. Dispergierung der Wirkstoffpartikel hat auch zur Folge, dass diese in vielen Fällen eine hohe Adsorptionstendenz aufweisen und an Oberflächen, wie z.B. der Behälterinnenwand oder dem Ventil kleben, was dann zu einer Unterdosierung sowie einer schlechten Dosiergenauigkeit von Sprühstoss zu Sprühstoss führt. Bei Suspensionen ist es deshalb in der Regel erforderlich, einen oberflächenaktiven Stoff oder ein Gleitmittel zuzusetzen, um die Adsorption an Grenzflächen zu erniedrigen, die Suspensionen zu stabilisieren und die Dosiergenauigkeit sicherzustellen. Besonders problematisch ist eine im Laufe der Lagerung eintretende Veränderung bzw. Erniedrigung des Anteils der inhalierbaren, lungengängigen Teilchen, der sogenannten Fine Particle Fraction (FPF) bzw. Fine Particle Dose (FPD), was zu einer Abnahme der Wirksamkeit der HFA-Zubereitung führt.

Zur Überwindung der oben dargelegten Probleme werden deshalb in der Regel oberflächenaktive Substanzen zugesetzt, wie sie bereits früher bei den FCKW-haltigen Formulierungen Anwendung fanden. Alternativ dazu kann in gewissen Fällen eine Modifikation der Oberflächeneigenschaften durch verschiedene Massnahmen (z.B. Coating) helfen, diese unerwünschten Effekte zu minimieren. Weil sich aber oberflächenaktive Mittel wie Ölsäure, Sorbitantriöleat und Lecithin nur unzureichend in Hydrofluoralkanen wie HFA 134a und HFA 227 lösen, wird bzw. muss in vielen Fällen Ethanol als Cosolvens zugesetzt werden, damit man die pharmazeutisch-technologischen Probleme besser kontrollieren kann.

Wird allerdings Ethanol in höherer Konzentration zugesetzt, erniedrigt sich die Dichte der Treibgas-Mischung, was vor allem bei Suspensionen zu einer unerwünschten Wirkstoff-Sedimentation führen kann. Zudem kann man unerwünscht-  
5 teilweise einen „nassen Spray“ erhalten, weil das Treibgas viel schneller verdampft als Ethanol. Daneben kann es aber durch die Erhöhung der Löslichkeit während der Lagerung auch zu Anlösungseffekten der Wirkstoffe kommen, was dann zu einem Kristallwachstum und damit wiederum zu einer Er-  
10 niedrigung der Menge an inhalierbaren, lungengängigen Teilchen, der sogenannten Fine Particle Dose (FPD) führt.

Zur Messung der aerodynamischen Partikelgrößenverteilung bzw. des Anteils der in der Lunge deponierbaren Dosis, der sogenannten Fine Particle Dose (FPD), an inhalierbaren, lungengängigen Teilchen in einem Aerosol eignen sich  
15 Impaktoren, wie z.B. der 5-Stufen Multistage Liquid Impinger (MSLI) oder der 8-Stufen Andersen Kaskaden Impaktor (ACI), die in Chapter <601> der United States Pharmacopoeia (USP) oder in der Inhalanda Monographie der Europäischen  
20 Pharmacopoe (Ph. Eur.) beschrieben sind. Mit diesen Geräten lässt sich im Labor (in vitro) das aerodynamische Depositionsverhalten der Aerosolwolke untersuchen. Mittels eines „Log-probability plots“ (logarithmische Darstellung der Wahrscheinlichkeitsverteilung) lässt sich dann der mittlere  
25 aerodynamische Teilchendurchmesser (Mass Median Aerodynamic Diameter MMAD) von Aerosol-Zubereitungen berechnen. Daraus kann man ableiten, ob der Wirkstoff eher im oberen oder unteren Lungenbereich deponiert wird.

Liegt der Wirkstoff im HFA-Treibgas/Ethanol-Gemisch  
30 nicht suspendiert, sondern gelöst vor, sind Probleme in Bezug auf die Streuung der Dosiergenauigkeit pro Hub meist

weniger ausgeprägt. Wird hierzu jedoch eine grössere Menge Ethanol verwendet, kommt es beim Leerspülen des Behälters zu einem „Headspace“-Effekt wie folgt: Der Anteil von Ethanol, das einen geringeren Dampfdruck und eine geringere Dichte aufweist, nimmt zu und derjenige von Treibgas mit höherer Dichte und höherem Dampfdruck nimmt ab. Beim Absprühen bzw. mit zunehmender Behälterentleerung verändert sich das Konzentrationsverhältnis von Treibgas zu Ethanol, was aufgrund des Dichteunterschiedes zu einer Erniedrigung der Sprühstossmasse und damit auch des Sprühstoss- bzw. Wirkstoffgehaltes führt. Nachteilig ist des weiteren, dass bei höheren Ethanolkonzentrationen von z.B. 10%-30% der Anteil inhalierbarer Partikel ( $< 6 \mu\text{m}$ ) meist abnimmt, weil der Spray aufgrund der andersgearteten Verdampfungseigenschaften von Ethanol im Vergleich zum Treibgas Tröpfchen mit grösserem aerodynamischem Durchmesser ergibt. als Folge davon kommt es zu einer Erniedrigung der für die Wirksamkeit entscheidenden Fine Particle Dose (FPD).

In einem Lösungsaerosol mit gleichem Ethanolgehalt erhält man üblicherweise mit HFA 134a im Vergleich zu HFA 227 eine höhere Fine Particle Fraction (FPF), d.h. einen grösseren Prozentsatz inhalierbarer Tröpfchen, was auf den höheren Druck von HFA 134a zurückzuführen ist. Prinzipiell gilt, je höher der Binnendruck in der Aerosoldose, desto feiner ist das Teilchenspektrum der Aerosolwolke. Lösungsaerosole mit geringem Ethanolanteil haben deshalb bei Verwendung von feinen Vernebelungsdüsen in der Regel einen kleineren MMAD ( $0,8-1,5 \mu\text{m}$ ) als Suspensionsaerosole ( $2-4 \mu\text{m}$ ). Dies hängt damit zusammen, dass bei Lösungsaerosolen Tröpfchen und bei Suspensionsaerosolen Partikel in Form einer Aerosolwolke erzeugt werden.

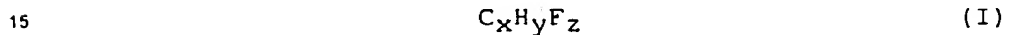
Für die topische Applikation von Wirkstoffen im Bereich der Bronchien und Bronchiolen, sind Partikelgrößen von ca. 2 - 4  $\mu\text{m}$  vorteilhaft, wie sie üblicherweise mit Suspensionsformulierungen erreicht werden. Kleinere Partikel, die in den Alveolarbereich gelangen, werden zum Teil exhaliiert ( $< 0,5 \mu\text{m}$ ) oder gelangen durch Absorption in den systemischen Kreislauf. Hieraus folgt, dass Aerosolzubereitungen für die systemische Applikation günstigerweise Partikelgrößen von ca. 0,5  $\mu\text{m}$  - 2  $\mu\text{m}$  aufweisen sollten, wobei z.B. ein monodisperses Aerosol mit einem sehr hohen Anteil an Partikeln im Bereich von ca. 1  $\mu\text{m}$  besonders vorteilhaft wäre. Abhängig vom gewünschten Depositionsort ist deshalb ein kleinerer oder grösserer MMAD sowie gegebenenfalls ein monodisperses Verteilungsspektrum bevorzugt. Hinsichtlich der Aerodynamik gilt: Je grösser die Masse der Partikel desto grösser ist ihre Tendenz geradlinig weiterzufliegen. Hieraus ergibt sich, dass es bei einer Änderung der Strömungsrichtung zur Impaktion von Teilchen kommt. Aus Depositionsstudien ist bekannt, dass selbst bei einem optimalen Inhalationsmanöver nur ca. 20% der aus einem Dosieraerosol emittierten Teilchen in die Lunge gelangen und nahezu 80 % im Oropharynx impaktieren.

Bei ethanolhaltigen Lösungsaerosolen kommt es leider häufig zu Problemen betreffend der Wirkstoffstabilität. Hiervon sind Wirkstoffe, wie z.B. Fenoterol und Salbutamol betroffen, weshalb solche Wirkstoffe bislang bevorzugt als Suspensionen formuliert wurden. Zur Reduktion ihrer Löslichkeit im Treibgasgemisch werden auch häufig die polaren Salze wie z.B. Fenoterol-Hydrobromid eingesetzt.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Treibgassystem bereitzustellen, mit dem man:

- Wirkstoffe besser benetzen kann;
- Suspensionsaerosole mit verbesserten Suspensions- und Haltbarkeitseigenschaften herstellen kann;
- Lösungsaerosole mit verbesserter Lagerungsstabilität und  
5 geringerem Ethanolzusatz herstellen kann;
- die Dosiergenauigkeit verbessern kann;
- das Partikelgrößenverteilungsspektrum und den MMAD besser einstellen kann; und/oder
- die Fine Particle Dose (FPD) erhöhen und die oropharyngeale  
10 Deposition erniedrigen kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst durch ein druckverflüssigtes Treibmittelgemisch für Aerosole, umfassend Distickstoffmonoxid und ein Hydrofluoralkan der allgemeinen Formel



worin x für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, y und z je eine ganze Zahl  $\geq 1$  bedeuten und  $y + z = 2x + 2$  ist.

Überraschenderweise wurde nämlich gefunden, dass man die genannten Ziele erreichen und Treibgasgemische mit vorteilhafteren Eigenschaften erhalten kann, wenn man Treibgasen auf der Basis von Hydrofluoralkanen eine geringe Menge an Distickstoffmonoxid (Lachgas) zusetzt. Gewünschtenfalls kann dem Treibmittel zusätzlich eine geringe Menge an Kohlendioxid zusetzt werden, das ähnliche Verbesserungen bewirkt. Derartige Gasgemische zeigen - im Unterschied zu Distickstoffoxid oder Kohlendioxid als alleiniges Treibgas -  
20 bei zunehmender Entleerung nur eine geringfügige Abnahme des Binnendrucks im Behältnis, was deren Verwendung als Treibmittel für Dosieraerosole ermöglicht. Wie in Tabelle 1  
30 anhand einiger Beispiele veranschaulicht wird, lassen sich derartige Treibgasgemischungen in einem breiten Temperaturbe-

reich für Dosieraerosole einsetzen. Dieser Effekt wird auch beobachtet, wenn das Treibgasgemisch bzw. die Aerosolformulierung zusätzlich ein Cosolvens wie z.B. Ethanol enthält.

5

Tabelle 1

Temperaturabhängigkeit N<sub>2</sub>O-haltiger Hydrofluoralkane mit oder ohne Ethanol (EtOH) als Cosolvens

| Gewichtsteile |         |                  |      | Druck (bar) bei |      |      |       |       |
|---------------|---------|------------------|------|-----------------|------|------|-------|-------|
| HFA227        | HFA134a | N <sub>2</sub> O | EtOH | 4°C             | 20°C | 30°C | 40°C  | 50°C  |
| 600           | 0       | 2                | 0    | 2,00            | 3,75 | 5,25 | 7,25  | 9,50  |
| 600           | 0       | 6                | 0    | 2,25            | 4,50 | 6,00 | 8,25  | 10,50 |
| 555           | 0       | 2                | 45   | 1,50            | 3,25 | 4,75 | 6,75  | 8,25  |
| 555           | 0       | 6                | 45   | 2,00            | 4,00 | 5,50 | 7,25  | 9,25  |
| 420           | 0       | 2                | 180  | 1,00            | 2,50 | 3,75 | 5,00  | 6,50  |
| 420           | 0       | 6                | 180  | 1,75            | 3,25 | 4,50 | 6,00  | 7,50  |
| 420           | 0       | 12               | 180  | 2,75            | 4,50 | 6,00 | 7,50  | 9,25  |
| 0             | 600     | 2                | 0    | 2,50            | 5,50 | 7,50 | 10,00 | 12,50 |
| 0             | 600     | 6                | 0    | 3,00            | 6,00 | 8,00 | 10,50 | 13,75 |
| 240           | 360     | 2                | 0    | 2,50            | 5,00 | 7,00 | 9,25  | 12,00 |
| 240           | 360     | 6                | 0    | 3,00            | 5,50 | 7,50 | 10,00 | 13,00 |
| 0             | 420     | 2                | 180  | 2,50            | 4,50 | 6,00 | 8,00  | 10,25 |
| 0             | 420     | 6                | 180  | 3,00            | 5,25 | 6,75 | 8,75  | 11,00 |

Überraschenderweise wurde ferner gefunden, dass durch die Zugabe von Distickstoffoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid zu Hydrofluoralkanen wie HFA 134a und/oder HFA 227 die Suspendierung von pharmazeutischen Wirkstoffen erleichtert und die Adhäsionstendenz und Adsorption von Wirkstoffen an Grenzflächen vermindert wird. Mit derartigen Treibgasgemischen lassen sich daher leichter Suspensionen herstellen, die sich durch eine kontrollierte Flockung auszeichnen, und als Folge der besseren Suspendiereigenschaften kann in vielen Fällen auf die Zugabe von - zum Teil unerwünschten - oberflächenaktiven Suspendierhilfsmitteln



und/oder Cosolventien verzichtet oder zumindest deren Anteil verringert werden. Durch Zugabe von Gleitmitteln wie Glycerin oder Polyethylenglykol können oft Suspensions- oder Lösungsaerosole mit verbesserten Eigenschaften erhalten werden können.

Des weiteren wurde gefunden, dass die unerwünschte Deposition von Wirkstoff im Oropharynx reduziert und gleichzeitig die FPD erhöht werden kann.

Mit Hilfe von Distickstoffoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid ist es auch möglich, Sauerstoff aus den Hydrofluoralkanen zu verdrängen, wodurch die Lagerstabilität von oxidationsempfindlichen Wirkstoffen verbessert wird. Darüberhinaus kann man durch Zugabe von Distickstoffoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid den Binnendruck im Aerosolbehälter so einstellen, dass man im Vergleich zu einem konventionellen FCKW- oder HFA-Dosieraerosol die FPF und den MMAD quasi so ausrichten kann, wie es für die jeweilige Anwendung am sinnvollsten erscheint. Es ist somit möglich, MDIs (Metered Dose Inhalers) sowohl für topische als auch systemische Applikationen herzustellen. Insbesondere für die systemische Applikation eröffnen sich völlig neue Anwendungsmöglichkeiten, weil man in Verbindung mit geeigneten Vernebelungsdüsen quasi monodisperse Aerosole mit hohen respirablen Fraktionen herstellen kann.

Das erfindungsgemäße Treibmittelgemisch bietet somit auch bei Suspensions- und Lösungsaerosolformulierungen Vorteile, bei denen ein oberflächenaktives Mittel und/oder ein Cosolvens nötig oder erwünscht ist. Einerseits gestattet die Verwendung von Treibmitteln, die Distickstoffoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid enthalten, häufig eine Ver-

ringerung der benötigten Cosolvensmenge und eine bessere Löslichkeit herkömmlicher oberflächenaktiver Mittel. Andererseits kann der nachteilige Einfluss von Cosolventien wie Ethanol auf die Tröpfchengrösse ganz oder weitestgehend vermieden werden, da durch eine entsprechende Erhöhung der Konzentration an Distickstoffoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid auch bei vergleichsweise hohen Cosolvenskonzentrationen der Binnendruck und das Depositionsverhalten so eingestellt werden kann, dass sowohl die Fine Particle Dose als auch der MMAD therapiegerecht eingestellt werden können.

Die Herstellung der erfindungsgemässen Treibmittelgemische kann in an sich bekannter Weise dadurch erfolgen, dass man Distickstoffmonoxid und gewünschtenfalls Kohlendioxid unter Druck in ein Hydrofluoralkan der Formel I einleitet.

Das erfindungsgemässe Treibmittelgemisch eignet sich grundsätzlich für beliebige Aerosolanwendungen wie beispielsweise kosmetische und Haushaltssprays. Aufgrund der beschriebenen Vorteile - wie geringer Abfall des Binnendruckes bei Entleerung, geringere Temperaturabhängigkeit und leichtere Einstellbarkeit des Binnendruckes, verbesserte Benetzungseigenschaften für pharmazeutische Wirkstoffe und Verwendbarkeit herkömmlicher oberflächenaktiver Mittel wie Ölsäure, Lecithin und Sorbitantrioleat - ist das erfindungsgemässe Treibmittelgemisch aber vor allem auch für medizinische Aerosolformulierungen und insbesondere für Inhalationsaerosole geeignet.

Die Erfindung betrifft daher ebenfalls eine medizinische Aerosolformulierung, umfassend eine wirksame Menge ei-

nes pharmazeutischen Wirkstoffes und ein druckverflüssigtes Treibmittelgemisch, enthaltend Distickstoffmonoxid und ein Hydrofluoralkan der allgemeinen Formel



- 5        worin x für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, y und z je eine ganze Zahl  $\geq 1$  bedeuten und  $y + z = 2x + 2$  ist.

Beispiele geeigneter Hydrofluoralkane, die in den erfindungsgemässen Treibmittelgemischen und Aerosolformulierungen verwendet werden können, sind: Difluormethan (HFA 32), Pentafluorethan (HFA 125), 1,1,2,2-Tetrafluorethan (HFA 134), 1,1,1,2-Tetrafluorethan (HFA 134a), 1,1,2-Trifluorethan (HFA 143), 1,1,1-Trifluorethan (HFA 143a), 1,1-Difluorethan (HFA 152a), 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan (HFA 227), Hexafluorpropan (HFA 236), Pentafluorpropan (HFA 245) und dergleichen. Im allgemeinen sind Hydrofluoralkane mit 2 oder 3 Kohlenstoffatome bevorzugt. Besonders bevorzugt sind Treibmittelgemische und Aerosolformulierungen, die 1,1,1,2-Tetrafluorethan (HFA 134a), 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan (HFA 227) oder ein Gemische der beiden, beispielsweise ein 1:1-Gemisch, enthalten.

Die erfindungsgemässen Treibmittelgemische und Aerosolformulierungen enthalten vorzugsweise mindestens etwa 0,0001 Gew.-%, insbesondere mindestens etwa 0,01 Gew.-% an Distickstoffmonoxid. Gewünschtenfalls können die Treibmittelgemische und Aerosolformulierungen zusätzlich eine geringe Menge an Kohlendioxid enthalten. Der Gehalt an Distickstoffmonoxid und Kohlendioxid ist u.a. abhängig vom gewünschten Druck, der Art der verwendeten Hydrofluoralkane der Art und Menge allfälliger weiterer Treibgase und Cosolventien und dergleichen. Im allgemeinen beträgt jedoch der Gehalt an Distickstoffmonoxid bzw. der Gehalt an Distick-

stoffmonoxid und Kohlendioxid zusammen etwa 0,0001 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise etwa 0,01 bis 6 Gew.-% und besonders bevorzugt etwa 0,1 bis 3 Gew.-%. Im Falle von medizinischen Aerosolen und insbesondere bei Inhalationsaerosolen ist im  
5 allgemeinen ein Gehalt an Distickstoffmonoxid bzw. an Distickstoffmonoxid und Kohlendioxid zusammen von etwa 0,01 bis 2 Gew.-%, typischerweise etwa 0,1 bis 1,0 Gew.-%, bevorzugt; höhere Konzentrationen sind in der Regel nur dann angezeigt, wenn die Formulierung einen vergleichsweise hohen Anteil an Cosolventien wie Ethanol oder Wasser enthält.  
10

Der Ausdruck „pharmazeutische Wirkstoff“ umfasst im Rahmen der vorliegenden Erfindung therapeutische Wirkstoffe als auch Impfstoffe und andere Stoffe zur Gesundheitsprophylaxe. Als pharmazeutische Wirkstoffe für die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen eignen sich grundsätzlich  
15 alle als Aerosol verabreichbaren Wirkstoffe, wie Betamimetika, Corticosteroide, Anticholinergika, Cyclooxygenase-, Mastzell-, Lipoxigenase- und Proteolytische Enzym-Inhibitoren, Arachidonsäure-, Leukotrien-, Thromboxan-, Natrium/Kaliumkanal-, Neurokinin-, Tachykinin-, Bradykinin-, Muscarin-, Histamin-, Phosphodiesterase-, Platelet-Activating-Faktor- und Selectin-Antagonisten, Kaliumkanalblocker, Antiinfektiva, Antibiotika, Pentamidin, Cytostatika, Fungistatika, Radikalfänger, Vitamine, Hormone, Immunstimulanzien, Immunsuppressiva, Mucolytika, Heparin, Antidiabetika,  
25 Analgetika, Schlafmittel und dergleichen, beispielsweise – Betamimetika wie Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Fenoterol, Clenbuterol, Terbutalin, Bambuterol, Broxaterol, Epinephrin, Isoprenalin, Orciprenalin, Hexoprenalin, Tolbuterol, Reproterol, Bamethan, Tetroquinol, Levalbuterol  
30 etc.,

- Corticoide wie Beclomethason, Dexamethason, Ciclomethason, Triamcinolon, Budesonid, Butixocort, Ciclesonid, Fluticason, Flunisolid, Icomethason, Mometason etc.,
- Anticholinergika und Spasmolytika wie Atropin, Glycopyr-  
5 roniumbromid, Scopolamin, N-Butylscopolamin, Trospium-  
chlorid, Ipratropiumbromid, Oxitropiumbromid, Tiotro-  
piumbromid, Droferin, Oxybutinin, Moxaverin etc.,
- Mastzell- und Histamininhibitoren wie Cromoglycinsäure,  
Nedocromil, Pemirolast etc. und 5-Lipoxigenasehemmer wie  
10 Zileuton, Linazolast etc.,
- Leukotrienantagonisten wie Iralukast, Zafirlukast, Monte-  
lukast, Roflumilast, Imitrodast, Ontozolast und Pranlu-  
kast, Natriumkanalantagonisten wie Amilorid, Kaliumkanal-  
antagonisten wie Bimakalim, Arachidonsäureantagonisten  
15 wie 2-Benzoxazolamin, Histaminrezeptorantagonisten wie  
Epinastin, Cetrizin, Mizolastin und Mequitamium,
- Migränemittel wie Mutterkornalkaloide, Methysergid, Ergo-  
tamin, Serotonin, Sumatriptan, Zolmitriptan, Cyclandelat  
etc.,
- 20 - Analgetika wie Fentanyl, Morphin, Buprenorphin, Opium,  
Heroin, Nalbuphin, Pentazocin, Oxycodon, Tramadol, Pethi-  
din, Tilidin, Methadon, Nefopam, Dextropropoxyphen, Piri-  
tramid etc.,
- Mucolytica wie R-nase, Acetylcystein, Ambroxol, Apafant,  
25 Bromhexin, Human Lung Surfactant etc.,
- Antiemetika wie Bromoprid, Domperidon, Metoclopramid,  
Triethylperazin, Trifluorpromazin, Meclozin, Chlorpheno-  
xamin, Dimenhydrinat etc.,
- Antibiotika wie Penicilline (z.B. Azlocillin), Cephalo-  
30 sporine (z.B. Cefotiam oder Ceftriaxon), Carbapeneme, Mo-  
nobatame, Aminoglykoside (z.B. Streptomycin, Neomycin,  
Gentamycin, Amikacin oder Tobramycin), Chinolone (z.B.  
Ciprofloxacin), Makrolide (z.B. Erytromycin), Nitroimida-

- zole (z.B. Tinidazol), Lincosamide (z.B. Clindamycin), Glykopeptide (z.B. Vancomycin), Polypeptide (z.B. Bacitracin) etc.,
- Vitamine und Radikalfänger wie Vitamin A, B, C, D oder E, 5 Katalase, Superoxidbismutase, reduziertes Glutathion etc.,
  - Antidiabetika wie Gibenclamid, Glipizid, Gliclacid, Glimepirid, Troglitazone etc.,
  - Schlafmittel wie Benzodiazepine, Piperidindione, Antihi- 10 staminika etc.,
  - Neuroleptika, Antidepressiva und Antikonvulsiva wie Benzodiazepine, Phenothiazine, Butyrophenone, Sulpirid, Hydantoine, Barbiturate, Succinimide, Carbamazepin etc.,
  - Hormone wie Androgene (z.B. Testosteron), Antioestrogene, 15 Oestrogene (z.B. Estradiol), Gestagene (z.B. Progesteron), Corticosteroide, Calcitonin, Parathyrin, Somatotropin, Oxytocin, Prolactin, Glucagon, Erythropoietin, Atriopeptin, Melanotropin, Throtropin, Gonadotropin, Vasopressin, Insulin etc.,
  - 20 - Potenzmittel wie Phentolamin, Sildenafil, Alprostadil etc.,
  - Cytostatika wie Stickstofflostderivate (z.B. Ifosphamid), N-Nitrosoharnstoffderivate (z.B. Lomustin), Antagonisten von Purin-und Pyrimidinbasen (z.B. Fluorouracil), Platin- 25 komplexe (z.B. Carboplatin), Anthracycline (z.B. Doxorubicin), Podophyllinderivate (Podophyllotoxin).

Die genannten Wirkstoffe können gegebenenfalls in Form ihrer Isomere, Enantiomere oder Racemate und im Falle von Säuren oder Basen als solche oder in Form ihrer pharma- 30 zeutisch annehmbaren Salze oder Derivate verwendet werden. Die optimale Wirkstoffmenge in den erfindungsgemässen Formulierungen hängt vom jeweiligen Wirkstoff ab. In der Regel

sind jedoch Aerosolformulierungen bevorzugt, die mindestens etwa 0,0001 und höchstens etwa 5 Gew.-%, insbesondere etwa 0,01 bis 3 Gew.-%, an Wirkstoff enthalten.

Beispiele bevorzugt verwendbarer Wirkstoffe sind die  
5 Antiasthmatica wie z.B. Betamimetika, Corticosteroide und  
Anticholinergika und Antiallergika wie z.B. Mastzellinhibi-  
toren. Besonders bevorzugt sind Aerosolformulierungen, die  
Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Fluticason, Budesonid,  
Ciclesonid, Glycopyrronium, Tiotropium, Cromoglycinsäure,  
10 Nedocromil, Mometason, Sildenafil, Beclomethason, Levalbu-  
terol oder ein pharmazeutisch annehmbares Salz oder Derivat  
dieser Wirkstoffe enthalten.

Die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen können  
je nach Art der Wirkstoffe und weiteren Zusätze in Form von  
15 Suspensionen, Emulsionen oder Lösungen vorliegen. Die Her-  
stellung der Aerosolformulierungen kann in an sich bekann-  
ter Weise dadurch erfolgen, dass man Distickstoffmonoxid  
unter Druck in ein verflüssigtes Hydrofluoralkan der Formel  
I einleitet und den pharmazeutischen Wirkstoff zusetzt. Die  
20 Zugabe des Distickstoffmonoxids und des Wirkstoffes kann  
grundsätzlich in beliebiger Reihenfolge erfolgen. Im Falle  
von Suspensionsformulierungen ist es jedoch in der Regel  
bevorzugt, zuerst das Distickstoffmonoxid in das Treibmit-  
tel einzuleiten und dann den mikronisierten Wirkstoff zuzu-  
25 setzen. Die Mikronisierung des Wirkstoffes kann in bekann-  
ter Weise erfolgen und wird vorzugsweise so durchgeführt,  
dass eine Partikelgrösse von etwa 0,5 bis 6 µm erhalten  
wird. Wird der Aerosolformulierung zusätzlich Kohlendioxid  
zugesetzt, so kann dieses unter Druck entweder separat oder  
30 zusammen mit dem Distickstoffmonoxid in das verflüssigte  
Hydrofluoralkan eingeleitet werden.

Die erfindungsgemässen Treibmittelgemische und Aerosolformulierungen können ein oder mehrere Hydrofluoralkane und gewünschtenfalls weitere Treibgase enthalten. Vorzugsweise enthalten sie jedoch keine Fluorchlorkohlenwasserstoffe. Besonders bevorzugt sind im allgemeinen solche Treibmittelgemische und Aerosolformulierungen, die - abgesehen von gewünschtenfalls als Cosolventien verwendbaren Verbindungen wie Wasser, niedere Alkane, niedere Alkohole und niedere Ether - als Treibgase lediglich Distickstoffmonoxid und ein oder mehrere Hydrofluoralkane der Formel I und gewünschtenfalls Kohlendioxid enthalten. Das Hydrofluoralkan bzw. die Hydrofluoralkane und die Kohlendioxidkonzentration werden vorzugsweise so gewählt, dass im Aerosolbehältnis ein Binnendruck von etwa 3 bis 10 bar, besonders bevorzugt etwa 3,5 bis 6 bar, bei 20°C eingestellt werden kann.

Die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen eignen sich für Suspensions-, Emulsions- und Lösungsformulierungen, und sie können übliche Zusätze wie Cosolventien, Gleit- oder Schmiermittel (z.B. Glycerin) und oberflächenaktive Mittel enthalten. Die Zugabe des Wirkstoffes und allfälliger weiterer Zusätze kann in an sich bekannter Weise erfolgen. Infolge der erfindungsgemäss erzielbaren Verbesserung der Fine Particle Fraction und der gleichzeitigen Reduktion der unerwünschten oropharyngealen Deposition ist es häufig möglich, die Wirkstoffkonzentration im Vergleich zu einem FCKW-haltigen Dosieraerosol signifikant zu verringern.

Die Verwendung eines Cosolvens ist insbesondere bei Lösungsformulierungen häufig angezeigt, kann aber gelegentlich auch bei Suspensionsformulierungen von Vorteil sein.



Als Cosolventien eignen sich insbesondere Wasser, niedere Alkohole, niedere Alkane und niedere Ether, vorzugsweise Wasser, Alkohole mit 1 bis 3 Kohlenstoffatomen, Alkane mit 3 bis 6 Kohlenstoffatomen und Dialkylether mit 2 bis 4 Kohlenstoffatomen, wie Wasser, Ethanol, Propanol, Isopropanol, Ethylenglykol, Propylenglykol, Glycerin, Propan, Butan, Isobutan, Pentan, Dimethylether, Diethylether und dergleichen. Besonders bevorzugt sind Diethylether und insbesondere Ethanol. Der Anteil an Cosolvens in den erfindungsgemässen Treibmittelgemischen und Aerosolformulierungen kann, falls vorhanden, im allgemeinen etwa 0,01 bis 40 Gew.-%, insbesondere etwa 0,1 bis 15 Gew.-%, bezogen auf das Gesamtgemisch bzw. die Gesamtformulierung betragen.

Der Anteil an einem oder mehreren Hydrofluoralkanen der Formel I in den erfindungsgemässen Treibmittelgemischen und Aerosolformulierungen beträgt im allgemeinen mindestens etwa 40 Gew.-%, vorzugsweise mindestens etwa 64 Gew.-% und besonders bevorzugt mindestens etwa 87 Gew.-% des Gesamtgemisches bzw. der Gesamtformulierung. Im Falle der medizinischen Aerosolformulierungen kann jedoch der Anteil an Hydrofluoralkanen im Hinblick auf den Gehalt an Wirkstoff, oberflächenaktivem Mittel und allfälligen weiteren Zusätzen auch niedriger sein und beispielsweise mindestens etwa 30 Gew.-% betragen.

Die Verwendung eines oberflächenaktiven Mittels ist insbesondere bei Suspensionsformulierungen häufig angezeigt, kann aber auch bei Lösungsformulierungen z.B. zur Ventilschmierung von Vorteil sein. Grundsätzlich eignen sich alle gebräuchlichen oberflächenaktiven Mittel wie Ölsäure, Lecithin, Sorbitantrioleat, Cetylpyridiniumchlorid, Benzalkoniumchlorid, Polyoxyethylen(20)sorbitanmonolaurat,

Polyoxethylen(10)stearylether, Polyoxyethylen(2)oleylether, Polyoxyethylen(20)sorbitanmonostearat, Polyoxyethylen(20)-sorbitanmonooleat, Polyoxypropylen-polyoxyethylen-Blockcopolymere, Polyoxypropylen-polyoxyethylen-ethylendiamin-Blockcopolymere, ethoxyliertes Ricinusöl und dergleichen. Bevorzugt sind im allgemeinen Ölsäure, Sorbitantrioleat und Lecithin. Der Anteil an oberflächenaktivem Mittel kann, falls vorhanden, vorzugsweise etwa 0,0001 bis 1 Gew.-%, insbesondere etwa 0,001 bis 0,1 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtformulierung, betragen. Vorzugsweise können aber die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen auch im wesentlichen frei von oberflächenaktiven Mitteln sein, d.h. weniger als 0,0001 Gew.-% an oberflächenaktiven Mitteln enthalten.

Weiterhin können die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen gewünschtenfalls Puffersubstanzen oder Stabilisatoren wie Citronensäure, Ascorbinsäure, Natrium-EDTA, Vitamin E, N-Acetylcystein und dergleichen enthalten. Im allgemeinen werden solche Substanzen, falls vorhanden, in Mengen von nicht mehr als etwa 1 Gew.-%, beispielsweise etwa 0,0001 bis 1 Gew.-%, bezogen auf die Gesamtformulierung, verwendet.

Die erfindungsgemässen Aerosolformulierungen können in an sich bekannter Weise unter Verwendung von Rührern und Homogenisatoren hergestellt werden. Zur Abfüllung können bekannte Verfahren, wie die Kalt- oder Druckfülltechnik oder Modifikationen dieser Techniken, eingesetzt werden. Als Behältnisse eignen sich beispielsweise drucksichere Behälter aus Glas, Kunststoff oder Aluminium, die mit Dosierventilen von z.B. 10 bis 140 µl bestückt und mit handelsüblichen - auch atmestriggerten - Mundrohradaptern versehen werden können.

Die erfindungsgemässen Treibmittelgemische bieten somit bei der Herstellung von Aerosolformulierungen eine Reihe von Vorteilen, wie bessere Wirkstoffbenetzung, verbesserte Suspensions- und Haltbarkeitseigenschaften von Suspensionsformulierungen, Verbesserung der Dosiergenauigkeit, Erhöhung der Fine Particle Dose sowie gewünschtenfalls eine Verringerung der Cosolvensmengen bzw. die weitgehende Vermeidung der Nachteile hoher Cosolvensmengen.

Die Erfindung betrifft daher ebenfalls die Verwendung der erfindungsgemässen Treibmittelgemische als Treibmittel für Aerosole, wobei die Verwendung für medizinische Aerosol und insbesondere für nasale oder inhalative Aerosole (die vorzugsweise einen aerodynamischen Partikel- bzw. Tröpfchendurchmesser von etwa 0,5 bis 40  $\mu\text{m}$ , insbesondere etwa 0,5 bis 6  $\mu\text{m}$ , aufweisen können) bevorzugt ist, sowie die Verwendung in einem drucksicheren Behältnis mit einem Dosierventil und einem geeigneten Adapter zur Vernebelung bzw. Inhalation von pharmazeutischen Wirkstoffen.

Mit dem erfindungsgemässen Treibgas-System lässt sich beispielsweise ein Budesonid-Dosieraerosol herstellen, das im Vergleich zu einem FCKW-haltigen Handelsprodukt (Pulmicort®, Astra, Schweden) eine weitaus bessere Dosiergenauigkeit und eine fast doppelt so hohe FPF aufweist. Ergänzend dazu wird die Deposition im Mundrohr etwa halbiert und diejenige im „sample induction port“ (artifizieller Oropharynx) von ca. 50% auf 20% reduziert. Die erfindungsgemässe Formulierung ermöglicht also das Dosieraerosol in Bezug auf mehrere Aspekte vorteilhafter zu formulieren, da die respirable Dosis quasi verdoppelt und die unerwünschte oropharyngeale in-vitro Deposition im „sample induction port“ erniedrigt werden kann, wie es am Beispiel für Beclomethason-

dipropionat, Budesonid und Dinatriumcromoglycat gezeigt werden kann. Es ist daher zu erwarten, dass man im Falle von Budesonid vermutlich mit der halben Dosierung denselben therapeutischen Effekt erreicht, wie z.B. mit dem Handels-  
5 produkt Pulmicort®.

Die Erfindung wird durch die folgenden Beispiele weiter veranschaulicht. Die Homogenisierung von Wirkstoffsuspensionen erfolgte jeweils mit einem Rotor-Stator-Homogenisator (Kinematika).

10

#### Beispiel 1

100 g mikronisiertes Dinatriumcromoglykat werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren des Ansatzkessels werden unter Rühren 8,5 kg HFA 227 zugegeben, das zuvor in einem anderen Druckansatzkessel  
15 mit 3 Gew.-% Ethanol versetzt und mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

20

#### Beispiel 2

2 g mikronisiertes Ipratropiumbromid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren desselben werden 6,0 kg eines Gemisches aus HFA 227 und HFA 134a (Gewichtsverhältnis 80:20) zugegeben, das zu-  
25 vor in einem anderen Druckansatzkessel mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar bei 20°C eingestellt wurde. Nach Homogenisieren dieser Mischung wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in Behälter abgefüllt, die mit einem Dosierventil bestückt werden.

Beispiel 3

5 g mikronisiertes Glycopyrroniumbromid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren desselben werden 10 kg HFA 227 zugegeben, das  
5 zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit 1 Gew.-% Ethanol versetzt und mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,25 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren dieser Mischung wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene  
10 drucksichere Glasbehälter abgefüllt.

Beispiel 4

0,6 g mikronisiertes Formoterol-fumarat und 20 g mikronisiertes Glycopyrroniumbromid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren  
15 des Ansatzkessels werden 6,5 kg eines Treibgasgemisches aus HFA 227 und HFA 134a (Gewichtsverhältnis 70:30), das zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit 2 Gew.-% Ethanol versetzt und mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar (20°C) eingestellt wurde, unter Rühren  
20 zugegeben. Nach Homogenisieren wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

Beispiel 5

120 g Beclomethason-dipropionat werden in einen Ansatzkessel eingewogen und in 6 kg Ethanol gelöst, in dem  
25 zuvor 10 g Ölsäure gelöst wurden. Jeweils 1 g dieser Lösung wird in Aluminiumdosen abgefüllt und nachfolgend mit Dosierventilen verschlossen. In einem Druckansatzkessel wird HFA 227 mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von  
30 5,5 bar bei 20°C eingestellt. Von dieser Mischung werden

jeweils 11 g pro Dose zugedrückt und diese danach im Ultraschallbad behandelt.

#### Beispiel 6

10 g mikronisiertes Levalbuterol-sulfat werden in  
5 einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und  
Evakuieren desselben werden 13 kg HFA 227 zugegeben, das  
zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit 650 g Ethanol  
versetzt und mit Distickstoffoxid begast und auf einen  
Druck von 5,25 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogeni-  
10 sieren dieser Mischung wird die erhaltene Suspension in  
drucksichere Behälter abgefüllt, die mit Dosier-Ventilen  
bestückt werden.

#### Beispiel 7

120 g Fluticason werden in einen Ansatzkessel einge-  
15 wogen und in 6 kg Ethanol gelöst, in dem zuvor 6 g Ölsäure  
gelöst wurden. Jeweils 1,2 g dieser Lösung wird in drucksichere  
Behälter abgefüllt und nachfolgend mit Dosierventilen  
verschlossen. In einem Druckansatzkessel wird HFA 134a mit  
Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar bei  
20 20°C eingestellt. Von dieser Mischung werden jeweils 12 g  
pro Dose zugedrückt und diese danach im Ultraschallbad be-  
handelt.

#### Beispiel 8

3,0 g mikronisiertes Budesonid werden in einen Druck-  
25 ansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren  
desselben wird eine Mischung aus 0,85 kg HFA 134a und 0,85  
kg HFA 227 zugegeben, die zuvor in einem anderen Druckan-  
satzkessel mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck  
von 5,5 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren  
30 dieser Mischung wird die erhaltene Suspension mittels

Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

#### Beispiel 9

3,0 g mikronisiertes Fluticason-propionat und 0,15 g  
5 mikronisiertes Formoterol-fumarat werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren desselben wird eine Mischung aus 0,5 kg HFA 134a und 1,5 kg HFA 227 zugegeben, die zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit 2 Gew.-% Ethanol versetzt und mit Distickstoff-  
10 oxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren dieser Mischung wird die erhaltene Suspension in drucksichere Behälter abgefüllt, die mit Dosier-Ventilen verschlossen werden.

#### Beispiel 10

15 5 g mikronisiertes Salmeterol-Xinafoat und 2 g mikronisiertes Glycopyrroniumbromid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren des Ansatzkessels werden 70 kg HFA 227, das zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit 2 Gew.-% Ethanol versetzt und  
20 mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar (20°C) eingestellt wurde, unter Rühren zugegeben. Nach Homogenisieren wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

#### Beispiel 11

25 10 g Sildenafil und 0,1 g  $\delta$ -Tocopherol werden in einen Ansatzkessel eingewogen und in 100 g Ethanol gelöst, in dem zuvor 0,1 g Lecithin gelöst wurden. Jeweils 1 g dieser Lösung wird in drucksichere Behälter abgefüllt und nachfol-  
30 gend mit Dosierventilen verschlossen. In einem Druckansatz-

kessel wird HFA 134a mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 6,5 bar bei 20°C eingestellt. Von dieser Mischung werden jeweils 7 g pro Dose zugedrückt, die danach im Ultraschallbad behandelt werden.

5

Beispiel 12

120 g Beclomethason-dipropionat werden in einen Ansatzkessel eingewogen und in 6 kg Ethanol gelöst, in dem zuvor 120 g Glycerin gelöst wurden. Jeweils 1 g dieser Lösung wird in Aluminiumdosen abgefüllt und nachfolgend mit  
10 Dosierventilen verschlossen. In einem Druckansatzkessel wird HFA 227 mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 5,5 bar bei 20°C eingestellt. Von dieser Mischung werden jeweils 11 g pro Dose zugedrückt und diese danach im Ultraschallbad behandelt.

15

Beispiel 13

10 g Sildenafil und 0,1 g  $\delta$ -Tocopherol werden in einen Ansatzkessel eingewogen und in 100 g Ethanol gelöst, in dem zuvor 1 g Glycerin gelöst wurden. Jeweils 1 g dieser Lösung wird in drucksichere Behälter abgefüllt und nachfolgend mit Dosierventilen verschlossen. In einem Druckansatzkessel wird HFA 227 mit Distickstoffoxid begast und auf einen Druck von 6 bar bei 20°C eingestellt. Von dieser Mischung werden jeweils 6 g pro Dose zugedrückt, die danach im Ultraschallbad behandelt werden.

25

Beispiel 14

1,6 g mikronisiertes Budesonid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren desselben wird eine Mischung aus 20 g Propylenglykol, 30 g Ethanol und 950 g HFA 227 zugegeben, die zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit Distickstoffoxid begast und auf  
30



einen Druck von 5,5 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren dieser Mischung wird die erhaltene Suspension mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

5

Beispiel 15

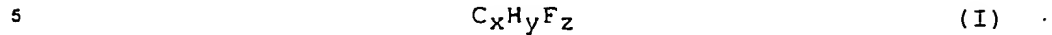
1,6 g mikronisiertes Budesonid werden in einen Druckansatzkessel eingewogen. Nach Verschliessen und Evakuieren desselben wird eine Mischung aus 50 g Glycerin, 150 g Ethanol und 800 g HFA 134a zugegeben, die zuvor in einem anderen Druckansatzkessel mit Distickstoffoxid begast und auf  
10 einen Druck von 6,5 bar (20°C) eingestellt wurde. Nach Homogenisieren dieser Mischung wird die erhaltene Lösung mittels Druckfülltechnik in mit Dosier-Ventilen verschlossene Aluminiumdosen abgefüllt.

15

E

Patentansprüche

1. Druckverflüssigtes Treibmittelgemisch für Aerosole, umfassend Distickstoffmonoxid und ein Hydrofluoralkan der allgemeinen Formel



worin x für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, y und z je eine ganze Zahl  $\geq 1$  bedeuten und  $y + z = 2x + 2$  ist.

2. Treibmittelgemisch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, es mindestens 40 Gew.-% an Hydrofluoralkan der  
10 Formel I enthält.

3. Treibmittelgemisch nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass es mindestens 64 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 87 Gew.-%, an Hydrofluoralkan der Formel I enthält.

15 4. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es als Hydrofluoralkan der Formel I 1,1,1,2-Tetrafluorethan, 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan oder ein Gemisch der beiden enthält.

5. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass es bei 20°C einen Druck von 3 bis 10 bar, vorzugsweise 3,5 bis 6 bar, aufweist.

6. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich Kohlendioxid enthält.

7. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Distickstoffmonoxid mindestens 0,0001 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 0,01 Gew.-%, beträgt.
- 5 8. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Distickstoffmonoxid oder der Gehalt an Distickstoffmonoxid und Kohlendioxid zusammen 0,0001 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,01 bis 6 Gew.-%, beträgt.
- 10 9. Treibmittelgemisch nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass es zusätzlich ein Cosolvens in einer Menge von 0,01 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 15 Gew.-%, enthält.
- 15 10. Treibmittelgemisch nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass es als Cosolvens Wasser, Ethanol, Propanol, Ethylenglykol, Propylenglykol, Glycerin, Propan, Butan, Isobutan, Pentan, Dimethylether oder Diethylether enthält.
- 20 11. Medizinische Aerosolformulierung, umfassend eine wirksame Menge eines pharmazeutischen Wirkstoffes und ein druckverflüssigtes Treibmittelgemisch, enthaltend Distickstoffmonoxid und ein Hydrofluoralkan der allgemeinen Formel
- $$C_xH_yF_z \quad (I)$$
- worin x für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, y und z je eine ganze Zahl  $\geq 1$  bedeuten und  $y + z = 2x + 2$  ist.
- 25 12. Aerosolformulierung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, sie mindestens 30 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 40 Gew.-%, an Hydrofluoralkan der Formel I enthält.

13. Aerosolformulierung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass sie mindestens 64 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 87 Gew.-%, an Hydrofluoralkan der Formel I enthält.
- 5 14. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Hydrofluoralkan der Formel I 1,1,1,2-Tetrafluorethan, 1,1,1,2,3,3,3-Heptafluorpropan oder ein Gemisch der beiden enthält.
- 10 15. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass sie bei 20°C einen Druck von 3 bis 10 bar, vorzugsweise 3,5 bis 6 bar, aufweist.
16. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich Kohlendioxid enthält.
- 15 17. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Distickstoffmonoxid mindestens 0,0001 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 0,01 Gew.-%, beträgt.
- 20 18. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Gehalt an Distickstoffmonoxid oder der Gehalt an Distickstoffmonoxid und Kohlendioxid zusammen 0,0001 bis 10 Gew.-%, vorzugsweise 0,01 bis 6 Gew.-%, beträgt.
- 25 19. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass sie zusätzlich ein Cosolvens in einer Menge von 0,01 bis 40 Gew.-%, vorzugsweise 0,1 bis 15 Gew.-%, enthält.

20. Aerosolformulierung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass sie als Cosolvens Wasser, Ethanol, Propanol, Ethylenglykol, Propylenglykol, Glycerin, Propan, Butan, Isobutan, Pentan, Dimethylether und/oder Diethylether, vorzugsweise Ethanol und/oder Diethylether, enthält.

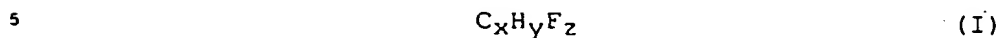
21. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass sie ein oberflächenaktives Mittel, vorzugsweise Ölsäure, Lecithin, Sorbitantrioleat, Cetylpyridiniumchlorid, Benzalkoniumchlorid, Polyoxyethylen(20)sorbitanmonolaurat, Polyoxethylen(10)stearylether, Polyoxethylen(2)oleylether, Polyoxethylen(20)sorbitanmonostearat, Polyoxethylen(20)sorbitanmonooleat, ein Polyoxypylen-polyoxethylen-Blockcopolymer, ein Polyoxypylen-polyoxethylen-ethylendiamin-Blockcopolymer oder ethoxyliertes Ricinusöl, enthält.

22. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie 0,0001 bis 1 Gew.-%, vorzugsweise 0,001 bis 0,1 Gew.-%, an oberflächenaktiven Mitteln enthält.

23. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass sie im wesentlichen frei von oberflächenaktiven Mitteln ist.

24. Aerosolformulierung nach einem der Ansprüche 11 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass sie als pharmazeutischen Wirkstoff Salbutamol, Formoterol, Salmeterol, Fluticason, Budesonid, Ciclesonid, Glycopyrronium, Tiotropium, Cromoglycinsäure, Nedocromil, Mometason, Sildenafil, Beclomethason, Levalbuterol oder ein pharmazeutisch annehmbares Salz oder Derivat davon enthalten.

25. Verfahren zur Herstellung einer medizinischen Aerosolformulierung gemäss Ansprüchen 11 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass man Distickstoffmonoxid unter Druck in ein verflüssigtes Hydrofluoralkan der allgemeinen Formel



worin x für die Zahl 1, 2 oder 3 steht, y und z je eine ganze Zahl  $\geq 1$  bedeuten und  $y + z = 2x + 2$  ist, einleitet und den pharmazeutischen Wirkstoff zusetzt.

26. Verwendung eines druckverflüssigten Treibmittelgemisches gemäss Ansprüchen 1 bis 10 als Treibmittel für Aerosole.

27. Verwendung nach Anspruch 26 als Treibmittel für medizinische Aerosole, insbesondere für nasale und inhalative Aerosole.

15 28. Verwendung eines druckverflüssigten Treibmittelgemisches gemäss Ansprüchen 1 bis 10 in einem drucksicheren Verhältnis mit einem Dosierventil und einem geeigneten Adapter zur Vernebelung bzw. Inhalation von pharmazeutischen Wirkstoffen.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PC./CH 99/00337

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 A61K9/12 C09K3/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 A61K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| P,X        | EP 0 885 943 A (BOEHRINGER INGELHEIM ALIMENTAI) 23 December 1998 (1998-12-23)<br>column 2, line 30-41<br>column 2, line 46-56<br>claims 1-5             | 1-7                   |
| A          | "Aerosol propellants comprising nitrous oxide and/or carbon dioxide"<br>RES. DISCL. (1978), 170, 58 CODEN: RSDSBB,<br>XP002090730<br>the whole document | 1-27                  |
| A          | US 4 397 836 A (MADRANGE ANNIE ET AL)<br>9 August 1983 (1983-08-09)<br>column 1, line 51-57<br>column 2, line 32-37<br>examples<br>claim 1              | 1-27                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 September 1999

Date of mailing of the international search report

06/10/1999

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 apo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

La Gaetana, R

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intr. National Application No.

PC.1/CH 99/00337

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|----------|---|-----------------------|
| A        | <p>WO 93 17665 A (SIEVERS ROBERT E ;HYBERSTON<br/> BROOKS M (US); HANSEN BRIAN N (US))<br/> 16 September 1993 (1993-09-16)<br/> cited in the application<br/> page 3, line 18-20<br/> page 7, line 8-21<br/> claims 4,7</p> | 1-27                  |



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PLI/CH 99/00337

| Patent document<br>cited in search report |   | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0885943                                | A | 23-12-1998          | FR 2764899 A               | 24-12-1998          |
| US 4397836                                | A | 09-08-1983          | FR 2390951 A               | 15-12-1978          |
|   |   |                     | BE 867107 A                | 16-11-1978          |
|   |   |                     | CA 1108055 A               | 01-09-1981          |
|   |   |                     | CH 631619 A                | 31-08-1982          |
|   |   |                     | DE 2821234 A               | 30-11-1978          |
|   |   |                     | GB 1589147 A               | 07-05-1981          |
|   |   |                     | IT 1107875 B               | 02-12-1985          |
| WO 9317665                                | A | 16-09-1993          | US 5301664 A               | 12-04-1994          |
|   |   |                     | AT 158716 T                | 15-10-1997          |
|   |   |                     | CA 2131393 A               | 16-09-1993          |
|   |   |                     | DE 69314326 D              | 06-11-1997          |
|   |   |                     | DE 69314326 T              | 09-04-1998          |
|   |   |                     | EP 0627910 A               | 14-12-1994          |
|   |   |                     | MX 9301246 A               | 01-09-1993          |
|   |   |                     | US 5639441 A               | 17-06-1997          |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intr. Internationales Aktenzeichen

PC/CH 99/00337

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 A61K9/12 C09K3/30

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 A61K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| P, X       | EP 0 885 943 A (BOEHRINGER INGELHEIM ALIMENTAI) 23. Dezember 1998 (1998-12-23)<br>Spalte 2, Zeile 30-41<br>Spalte 2, Zeile 46-56<br>Ansprüche 1-5    | 1-7                |
| A          | "Aerosol propellants comprising nitrous oxide and/or carbon dioxide"<br>RES. DISCL. (1978), 170, 58 CODEN: RSDSBB, XP002090730<br>das ganze Dokument | 1-27               |
| A          | US 4 397 836 A (MADRANGE ANNIE ET AL) 9. August 1983 (1983-08-09)<br>Spalte 1, Zeile 51-57<br>Spalte 2, Zeile 32-37<br>Beispiele<br>Anspruch 1       | 1-27               |
|            | ---<br>-/-   |                    |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. September 1999

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

06/10/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

La Gaetana, R

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intr. nationales Aktenzeichen

PLI/CH 99/00337

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile   | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|--|--------------------|
| A          | <p>WO 93 17665 A (SIEVERS ROBERT E ;HYBERSTON<br/>           BROOKS M (US); HANSEN BRIAN N (US))<br/>           16. September 1993 (1993-09-16)<br/>           in der Anmeldung erwähnt<br/>           Seite 3, Zeile 18-20<br/>           Seite 7, Zeile 8-21<br/>           Ansprüche 4;7</p> <p>-----</p> | 1-27               |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 99/00337

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0885943 A                                       | 23-12-1998                    | FR 2764899 A                      | 24-12-1998                    |
| US 4397836 A                                       | 09-08-1983                    | FR 2390951 A                      | 15-12-1978                    |
|  |                               | BE 867107 A                       | 16-11-1978                    |
|  |                               | CA 1108055 A                      | 01-09-1981                    |
|  |                               | CH 631619 A                       | 31-08-1982                    |
|  |                               | DE 2821234 A                      | 30-11-1978                    |
|  |                               | GB 1589147 A                      | 07-05-1981                    |
|  |                               | IT 1107875 B                      | 02-12-1985                    |
| WO 9317665 A                                       | 16-09-1993                    | US 5301664 A                      | 12-04-1994                    |
|  |                               | AT 158716 T                       | 15-10-1997                    |
|  |                               | CA 2131393 A                      | 16-09-1993                    |
|  |                               | DE 69314326 D                     | 06-11-1997                    |
|  |                               | DE 69314326 T                     | 09-04-1998                    |
|  |                               | EP 0627910 A                      | 14-12-1994                    |
|  |                               | MX 9301246 A                      | 01-09-1993                    |
|  |                               | US 5639441 A                      | 17-06-1997                    |